



ЗРГИМ

**VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

**13 ÷ 15. 11. 2015 година
Крушево**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Зборник на трудови:

ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

Издавач:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија

www.zrgim.org.mk

Главен и одговорен уредник:

Проф. д-р Зоран Десподов

Уредник:

Асс. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Асс. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

м-р Ванчо Ациски

Печатница:

Калиографос, Штип

Година:

2015

Тираж:

130 примероци

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'15 (7; 2015; Крушево)
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / VIII
стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'15 13-15.11.2015 година Крушево; [главен
и одговорен уредник Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски]. - Штип:
НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2015-200 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири
COBISS.MK-ID 99826186

Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Милош Грујиќ**, Институт за испитување на материјали, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

Претседател:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип.

Потпретседатели:

Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар "Бучим", Радовиш.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:

Асс. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Љупчо Трајковски, ЗРГИМ, Кавадарци;
Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;
Зоран Костоски, Мармо Бианко, Прилеп;
Шериф Алиу, ЗРГИМ, Кавадарци;
Драган Димитровски, Државен инспекторат за техничка инспекција, Скопје;
Филип Петровски, ИММ Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Љупче Ефнушев, Министерство за економија, Скопје;
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;
м-р **Костадин Јованов**, Геолошки завод на Македонија, Скопје;
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;
Чедо Ристовски, Рудник “САСА”, М. Каменица;
Антонио Антевски, ИММ Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Драган Насевски, ГИМ, Скопје;
Миле Стефанов, Рудник “Бањани”, Скопје;
Живко Калевски, Рудник “Осломеј”, Кичево;
Марија Петровска, Стопанска Комора, Скопје;
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;
Асс. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;
Асс. м-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип.



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

VIII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '15

Крушево
13 ÷ 15. 11. 2015 год.

ПРАВЕЦ НА ДЕТОНАЦИЈА И СЕИЗМИЧНОСТ

**Благица Донева¹, Ѓорѓи Димов¹, Тодор Делипетров¹,
Зоран Панов¹, Ристо Поповски¹, Виолета Стојанова¹**

¹Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,
Институт за рударство и геологија, Штип, Р. Македонија

Апстракт: Минарањата, било да се точкасти, линиски, поединечни или масовни, се третираат како мали земјотреси. Но, поради тоа што однапред се знаат времето и местото на појавување на потресот, енергијата на минарањето а е многу помала отколку кај земјотресите.

Како кај земјотресите, така и при минарањето се појавуваат повеќе типови на сеизмички бранови кои меѓусебе се разликуваат по брзината на ширење, фреквенцијата, енергијата која ја пренесуваат, типот на деформација кој го предизвикуваат на тлото итн.

Сеизмичките бранови, природни или вештачки, доведуваат до осцилирање на тлото, а со тоа и на објектите кои таму се наоѓаат.

Клучни зборови: минарање, детонација, сеизмичност

DIRECTION OF DETONATION AND SEISMICITY

**Blagica Doneva¹, Gorgi Dimov¹, Todor Delipetrov¹,
Zoran Panov¹, Risto Popovski¹, Violeta Stojanova¹**

¹University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences,
Institute of mining and geology, Stip, R. Macedonia

Abstract: Blasting, whether stationary, inline, individual or mass, are treated as small earthquakes. But because are known in advance the time and place of occurrence of the earthquake, blasting energy a is much smaller than earthquake energy.

As for the earthquake, in blasting occur several types of seismic waves that can be distinguished by the speed of propagation, frequency, energy transfer, the type of deformation caused on the ground etc.

Seismic waves, natural or artificial, leading to oscillation of the ground, and therefore the objects found there.

Key words: blasting, detonation, seismicity

ВОВЕД

Процесот на разградување на експлозивните материјали со детонација се одвива со пренесување на енергија од една честичка до друга и, според длабочината на експлозивното полнење, се одвива многу брзо. Таквото пренесување на детонацијата

преку експлозивната маса се одвива по пат на детонациски бран. Зоната опфатена со детонацискиот бран претставува граница пред која експлозивната материја не е зафатена со разложување. Зад оваа зона, притисокот и температурата нагло се зголемуваат и се ослободува голема количина на гасови кои ја пренесуваат создадената енергија.

Самото пренесување на енергијата низ средината претставува сеизмички бран. Големо влијание на сеизмичките бранови има растојанието од центарот на експлозијата. Овој параметар е од големо значење, бидејќи во и околу рудниците постојат голем број на инфраструктурни објекти. Овој факт бара, осцилациите кои се појавуваат во тлото околу минското поле, да се мерат на различни растојанија, во различни правци и на различни места.

1. ПРАВЕЦ НА ДЕТОНАЦИЈА

Интензитетот на осцилацијата во точката на набљудување зависи од правецот на детонацијата вдолж дупнатината, односно од правецот на иницираната дупнатина, ако се работи за поголем број на дупнатини распоредени вдолж една или повеќе линии. Кога брзината на ширење на детонацијата (D) во експлозивното полнење е поголема од брзината на простирање на звукот (C) низ карпестата маса и кога иницирањето се врши кон дното на дупнатината, тогаш времетраењето на простирање на ударниот бран е дадено со изразот:

$$t_1 = \frac{z_1}{C} = \frac{z_2}{C}$$

Времето на доаѓањето на рефлектираниот бран од површината на теренот до точката (A) е еднакво на временската детонација од точката (A) до дното на дупнатината, т.е. до точка (B) (слика 1):

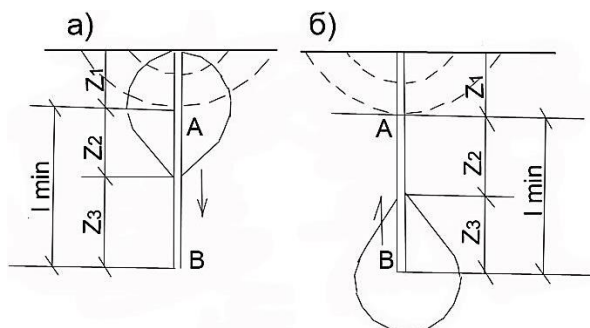
$$t_2 = \frac{2z_1}{C} = \frac{z_2 + z_3}{D} = \frac{l_{\min}}{D}$$

При иницирање на детонацијата од дното на дупнатината кон површината на теренот, времетраењето на простирање на бранот е дадено со равенката:

$$t_1 = \frac{z}{C}; \quad t_2 = \frac{2z_1}{C} + \frac{l_{\min}}{D}$$

Од наведените равенки произлегува дека времето на почетокот на разорување на карпестите маси, при иницирано експлозивно полнење од дното кон површината на теренот, е побавно отколку од површината кон дното и тоа за:

$$\Delta t = \frac{l_{\min}}{D}$$



Слика 1. Времетраење на ударниот, детонацискиот и рефлектираниот бран во случај кога $D > C$

Кога $D = C$, при иницирањето на детонацијата од врвот кон дното, детонацијата сеуште ќе трае, а ударниот бран ќе дојде до површината на теренот, ќе се рефлектира од неа и ќе ја следи детонацијата. Значи додека детонацијата не дојде до точката (B),

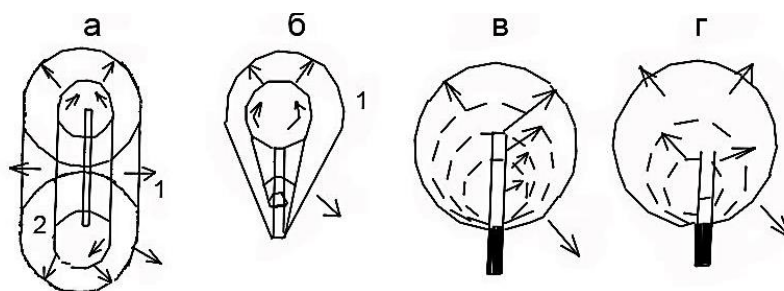
горниот дел на масата ќе биде подложен на разорување. При тоа доаѓа до губење на продуктите на детонацијата низ постоечките и создадените пукнатини, т.е. до опаѓање на притисокот во дупнатината. Поради тоа овој тип на минирања, често пати, се малку ефективни и при такви минирања карпите во долниот дел на дупнатината остануваат неразорени. Значи поголем дел од енергијата се троши на сеизмичкото влијание.

Кај иницирањето на експлозивното полнење од дното на дупнатината кон површината на теренот, т.е. од точка (В) кон (А), продуктите на детонацијата на дното на дупнатината создаваат незнатни пукнатини кои помагаат рушењето да биде поуспешно во фазата на брзото делување.

Во случај кога $D > C$, правецот на иницирање малку влијае на ефективноста на минирањето. Меѓутоа, сигурно е дека времетраењето на дејствување на гасовите е подолго кај иницираната детонација од дното на дупнатината кон површината на теренот.

Кога $C > D$, енергијата на сидовите на дупнатината се предава преку напрегање, кое го создаваат ударните бранови со нивното поминување.

Кога се минира во повеќе дупнатини, лоцирани вдоль една линија, положбата на детонацијата и сеизмичките бранови за случај, $D = C$, $D > C$, $D < C$ е прикажан на слика 2. Елементарните сферни бранови се прикажани со испрекинати линии, а сумарните бранови со полна линија.



Слика 2. Бранова слика при минирање на повеќе дупнатини вдоль една линија
(- - - - елементарен бран; збирен бран;)

Случајот (а) е хипотетичен, а најчесто брзината на детонацијата е блиска со брзината на простирање на надолжен бран (пример г). Спротивно на правецот на детонацијата, фронтите помеѓу елементарните површини имаат поголем интервал отколку во правецот на детонацијата, односно должината помеѓу импулсите на минирање на линиското полнење е поголема во правецот спротивен на правецот на детонацијата. Од друга страна, приближувањето на фронтот кон елементарните бранови во правец на детонацијата доведува до зголемување на амплитудите на збирниот импулс.

Во пракса, често, истовремено се минираат поголем број на дупнатини, при што сеизмичките импулси од поединечни полнења следат еден по друг, па формираат еден општ импулс. Сеизмичкиот резултат на овие минирања е близок до ефектот на истовремена експлозија од сите полнења. Во тој случај, во правецот приближно нормален на линијата на дупнатината (слика 2-б.) се формира општ фронт на детонација и поради тоа амплитудната осцилација во тој правец е поголема. Од искуство се знае дека најголем ефект при минирање на низа дупнатини се забележува во правецот нормален на линијата на дупнатината, а најмал спротивно на правецот на ширење на детонацијата вдоль линијата на дупнатината. Значи интензитетот на осцилацијата е различен во различни правци при линиско детонирање. Поради тоа, сеизмичкиот ефект кај детонирањето на низа дупнатини не зависи само од количината на полнење туку и од должината на редот, брзината на простирање на сеизмичките бранови во карпите, ориентацијата на линијата на детонирање, како и од вистинската детонација.

2. ЕФЕКТ НА НАСОЧУВАЊЕ

Нормалното растојание $(\Delta x)_N$ помеѓу два зрака кои се простираат од два соседни извори (слика 3) е еднакво на изразот:

$$(\Delta x)_N = \Delta x \cdot \cos \varphi$$

Разликата во времето на наидување на два соседни зрака до хоризонталната површина на теренот изнесува:

$$\Delta t = \frac{\Delta x \sin \varphi}{V}$$

каде:

V - брзина на ширење на бранот низ материјалот.

Ако се земе дека брановата компонента која поаѓа од изворот има облик:

$$A_1 = A_0 \cos 2\pi f t$$

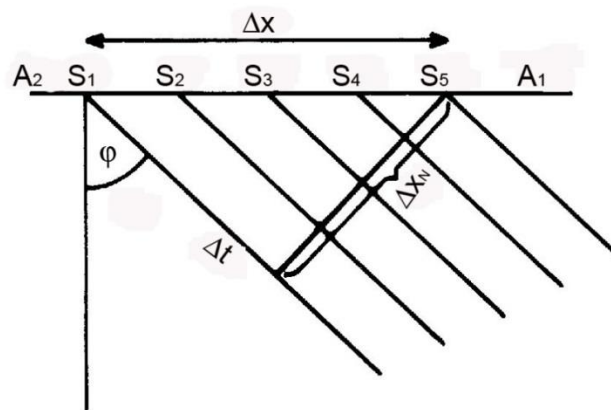
каде

f - фреквенција на бранот

t - време

A_0 - амплитуда во точката на изворот

A_1 - амплитуда на растојание t_1 од изворот.



Слика 3. Ефект на насочување од група извори на бранови

Наредниот зрак, земајќи го предвид неговото задоцнување $\Delta t = \frac{\Delta x \sin \varphi}{V}$, ќе биде

$$A_2 = A_0 \cos 2\pi f (t - \Delta t) = A_0 \cos 2\pi f \left(t - \frac{\Delta x \sin \varphi}{V} \right)$$

Во n -тата точка бранот може да се претстави со изразот

$$A_n = A_0 \cos 2\pi f [(t - (k - 1)) \Delta t] \quad k=0,1,2,\dots,n$$

Сумирајќи го вкупното дејство на сите компоненти се добива равенката

$$A(f, \varphi) = A_0 \sum_{k=0}^{n-1} \cos 2\pi f (t - k \Delta t)$$

Ако се земе дека

$$\varphi = 2\pi f \Delta t = \omega \Delta t$$

тогаш

$$A(\omega, \varphi) = A_0 \sum_{k=0}^{n-1} \cos (\omega t - k \varphi)$$

Оваа равенка го дава брановиот вектор којј настанува со спојување на почетокот на првиот и крајот на последниот K-ти вектор.

На слика 4 графички е прикажано решението на дадената векторска равенка. Од неа се гледа дека

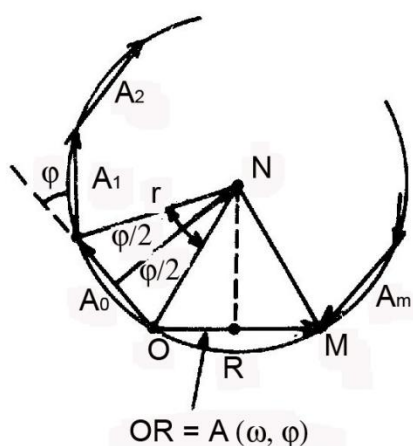
$$r = \frac{\frac{A_0}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}, \text{ а } A(\omega, \varphi) = 2OR = 2r \sin \frac{ONM}{2}$$

Бидејќи $ONM = 360^\circ - n\varphi$, следува дека

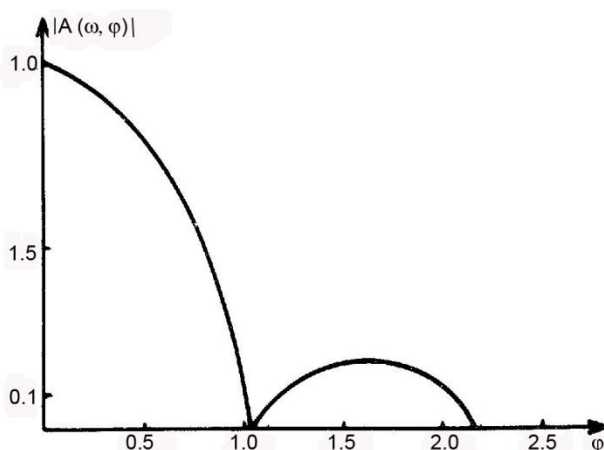
$$A(\omega, \varphi) = 2r \sin \left(180^\circ - \frac{n\varphi}{2} \right) = 2r \sin \frac{n\varphi}{2}$$

Ако во последната равенка ја замениме вредноста за r се добива

$$|A(\omega, \varphi)| = 2 \frac{\frac{A_0}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot \sin \frac{n\varphi}{2} = \frac{A_0 \cdot \sin \frac{n\varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$



Слика 4. Изведување на равенката за релативен одзив на група извори



Слика 5. Релативен одзив на група извори

Врз основа на дадениот однос може да се одреди дејството на насоченоста на различни групи на извори. На сл. 5 е даден релативен одзив на група од 10 извори на бранови поставени во линија.

3. ЗАКЛУЧОК

Употребата на сеизмичките методи дава можност за точно определување на оптималниот правец кој ќе овозможи максимално искористување на употребениот експлозив за разрушување на карпестата маса. Примената на сеизмичките методи, гледано од финансиски ефект, е многу поефтина метода во однос на минерските експериментални истражувања и финансиски е потполно оправдана. Треба да се има предвид дека при сеизмичките истражувања, времетраењето на мерењата е многу пократко и не е поврзано со сите други заштитни мерки кои се потребни при минерските активности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дамбов И. - „Анализа на критериумите за оценка на потреси и безбедносни растојанија при минирање“, магистерски труд, Факултет за природни и технички науки, Штип, 2011
- [2] Делипетров Т. - „Основи на геофизика“ - Рударско - геолошки факултет, Штип, 2003
- [3] Драгашевиќ Т. - „Сеизмички истражувања“ - Геофизички институт, Белград, 1983
- [4] Каракашев Д., Делипетров Т. - "Сеизмичка опасност при минирањето" -, II Советување за дупчење и минирање со меѓународно учество, Охрид, 2000
- [5] Слимак Ш. - „Инжењерска геофизика“ - Рударско - геолошки факултет, Белград, 1996